

THESIS

MUNICH

1965

27

**Klinische und mikroskopische
Untersuchungen über das Verhalten des
Füllungsmaterials CADURIT**

Hans-Joachim Kaule



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154008_0115

AUS DER KONSERVIERENDEN ABTEILUNG
Vorstand: Prof. Dr. Dr. M. Schug-Kösters
DER KLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. Dr. J. Heiss

**Klinische und mikroskopische
Untersuchungen über das Verhalten des
Füllungsmaterials CADURIT**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Hans-Joachim Kaule
aus Zscherndorf bei Bitterfeld

München 1965

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. Dr. W. KETTERL
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. M. SCHUG-KÖSTERS
Dekan: Prof. Dr. O. HUG

Tag der mündlichen Prüfung: 5. 1. 1965

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

- I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG
- II. LITERATUR
 - a) Pulpenverhalten
 - b) physikalisch-chemische Eigenschaften
- III. MATERIAL UND METHODIK
- IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN
 - VERARBEITUNGSTECHNIK ALLGEMEIN
 - MIKROSKOPISCHE BETRACHTUNGEN
 - FARBVERHALTEN
 - PULPENREAKTION
 - VERARBEITUNGSTECHNIK UND APPLIKATIONSWEISE DES P-CADURIT
 - NACHARBEITUNG
 - HAFTINTENSITÄT
 - ADAPTATION
 - GEWEBSVERTRÄGLICHKEIT UND BAKTERIOLOGIE
 - TABELLARISCHE ÜBERSICHT
- V. KRITISCHE BETRACHTUNGEN
 - PULPENVERTRÄGLICHKEIT
 - RANDSCHLUSSVERHALTEN
 - MIKROSKOPISCHE STRUKTUR UND FARBBESTÄNDIGKEIT
- VI. ZUSAMMENFASSUNG
- VII. LITERATURVERZEICHNIS
- VIII. LEBENS LAUF

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Als im Sommer 1960 das Frontzahnfüllungsmaterial Cadurit der Firma Espe auf dem Markt erschien, das die Nachteile der vorhandenen plastischen Füllmaterialien zumindest verringern sollte, waren ihm vom Hersteller und zahnärztlicherseits eine Reihe von Versuchen vorausgegangen. In diesen wurden die Untersuchungsergebnisse in klinischer Hinsicht nach dem Beobachtungszeitraum von 1 Jahr abgeschlossen. Die vorliegende Arbeit hingegen erstreckt sich auf einen solchen von 3 Jahren, wobei Untersuchungen und Beobachtungen über ein inzwischen verbessertes Material, dem P-Cadurit, mit eingeschlossen sind.

II. LITERATUR

a) Das Pulpenverhalten

Das Verhalten körperfremder Substanzen als Frontzahnfüllungsmaterial in Form von Kunststoffen ist seit 1942 geprüft worden. Seit es gelang, die Polymerisation des Methacrylsäuremethylesters mit Hilfe eines besonderen Katalysatorsystems so zu steuern, daß die Erhärtung des plastischen Kunststoffes bei Körpertemperatur und in wenigen Minuten anwendbar wurde, sind bis zum heutigen Tage experimentelle Versuche nicht abgerissen. Die Fehlschläge, namentlich in Hinsicht auf das Pulpenverhalten, waren so groß, daß schließlich von der Autopolymerisation der Frontzahnfüllung gänzlich Abstand genommen wurde. Spreter von Kreudenstein (4) weist 1952 schon deutlich auf pathologische Veränderungen im Zahnmark hin. "Die Veränderungen äußern sich unter dem Zeichen der Gefäßerweiterung mit Stase und Diapedeseblutung im umschriebenen Bezirk an der Pulpaperipherie, mit Verdrängung und Vernichtung der Odontoblasten und Durchträngung der Prädentinschicht mit Blutfarbstoff. Sie können sich aber auch auf eine Erweiterung der Kapillaren ohne Diapedeseblutung beschränken oder mit kleinzelligem Infiltrat vorkommen. Die verschiedenen Präparate zeigten jedoch in der toxischen Wirkung graduelle Unterschiede, denen aber auch mit Mitteln der Unterfüllung nicht beizukommen war (Phosphatzement, Lacke, Kieselsäure und Ätzmittel). Die toxische Wirkung des neuen

Palavit hat sich nicht geändert. Sie ist mehr oder weniger die gleiche geblieben. Monomerer Ester dringt in ganz kurzer Frist durch die mit Flüssigkeit angefüllten Dentinröhrchen zur Pulpa. Die Odontoblasten werden verändert. Es kommt zu einer akuten Schädigung, zum Unterschied von Silikatcement, der eine Spätschädigung bewirkt. Hinsichtlich der Toxizität zeigen das alte und das neue Palavit nicht meßbare Unterschiede.

Das Verhalten des Cadurit zur Pulpa wird von Spreter von Kreudenstein und Stüben (5) angesichts der relativ kurzen Erprobungszeit gegenüber dem Palavit als noch nicht endgültig angesehen. Ihm liegen bis Juni 1962 histologische Ergebnisse von 18 Zähnen vor (6 Hundezähne und 12 menschliche Prämolaren). Der Befund ergab überall eine gut ausgebildete reguläre Odontoblastenschicht. Durch das Füllmittel hervorgerufene oder ausgelöste Pulpaveränderungen waren in keinem Fall zu erkennen.

Erstuntersuchungen von Mossdorf (8) über das Pulpenverhalten des Cadurit an 1550 menschlichen Zähnen vor seiner Einführung im August 1960 ergaben nur bei 22 Zähnen klinisch erfaßbare Erscheinungen. Vitalitätsprüfungen, die laufend über den Gesamtzeitraum von 2 Jahren durchgeführt wurden, waren alle positiv. Er beschreibt vier Fälle histologischer Untersuchung: Liegedauer der Füllungen an vitalen, intakten Zähnen 3 - 7 Tage. Nach Extraktion und Gefrierschnittmethode weisen 3 Zähne keine Veränderungen im histologischen Schnittbild auf.

Akut entzündliche Veränderungen bei einem Zahn werden mit der Präparationsmethode und nicht mit dem Füllungsmaterial in ursächlichen Zusammenhang gebracht. Der Verfasser sieht den ersten Hauptpunkt seiner Forderung: "pulpenverträglich ohne Unterfüllung" als erfüllt an.

Die Untersuchungen von Gülzow (3), die sich auf histologische Schnitte von 23 menschlichen Zähnen erstreckten, bei denen Caduritfüllungen unterschiedlicher Präparationstiefe an kariesfreien Zähnen gelegt wurden, ergaben eine Indifferenz gegenüber dem lebenden Pulpagewebe. Lediglich bei artefizieller Eröffnung und direktem Kontakt mit ihm wird nach siebentägiger Liegedauer der Füllung eine Nekrose des angeschnittenen Pulpenhorns erkannt. Hyperämie und starke Zellinfiltration kennzeichnen den direkten Kontakt von Füllungsmaterial und Pulpa. Odontoblastensaum und Weil'sche Zone sind im Bereich des eröffneten Pulpenhorns zum Teil zugrundegegangen. Sämtliche Füllungen wurden ohne Unterfüllung gelegt.

Ganz anders fällt eine Beurteilung der histologischen Kriterien nach Untersuchungen von Langeland (6) aus. Seine Untersuchungen über das Verhalten der Pulpa gegenüber Cadurit an 43 Zähnen zeigten pathologische Erscheinungen an sämtlichen Pulpen. Trotz Änderung der Starterzusammensetzung

und Einführung von 3 Isolierlacken, denen unter anderem Silikonharz zugesetzt wurde, boten letztere der Pulpa keinen Schutz. Die Abgabe von 0,17 mg Substanz pro cm² Oberfläche an das Wasser, nach Laboratoriumsversuchen des Herstellers, ließen zu dem Schluß kommen, daß eine Reaktion der Pulpa von einem Wasserentzug des Dentins herstamme.

Um die von der Erhärtung erzeugte Initialreaktion auszuschließen, legte Langeland (6) auch gemahlenes hydratisiertes Cadurit in die Kavität ein. Immer waren Zellanhäufungen im Pulpagewebe unter der Kavität, Odontoblastenkerne und Erythrozyten in den angeschnittenen Dentinkanälchen, neutrophile Leukozyten am Prädentin entlang und in der Odontoblastenschicht zu finden. Nach 30 Tagen Liegedauer war ein Übergang in ein chronisches Stadium zu erkennen mit reduzierter Odontoblastenschicht, irregulärem Reizdentin, Lymphozyten, Plasmazellen und Makrophagen in dem an die Kavitäten angrenzenden Pulpagewebe, weiterhin braungelbes Pigment, ein Gewebe mit extravaskulären Erythrozyten.

Ganz eindeutig weist Langeland etwaige Präparationsschäden zurück, die nach seinen Untersuchungen die Trockenpräparation mit konventionellen Bohrmaschinen, hochtourigen Umdrehungszahlen und Airotoren trotz ihres Sprays eine Odontoblastenzerstörung hervorrufen. Er verwendet zur Präparation den Dentalair mit Diamanten oder Hartmetallbohrern unter Verwendung des Sprays.

Die Frage der Austrocknung des Dentins vor der Einbringung des Cadurits ist auch ausschlaggebend. Ehe die Füllung in die Kavität eingebracht wird, ist durch die Austrocknung bereits eine große Menge von Odontoblasten geschädigt. Die chemische Reaktion des Cadurit kommt hinzu und führt so zu einer addierenden Wirkung. Deshalb wurde auch nur mit Watte ausgetrocknet und trotzdem eine starke Reaktion beobachtet. Der Verfasser kommt zu dem Schluß: "Cadurit ist ohne Unterfüllung nicht verwendungsfähig. Lacke bieten keinen Schutz. Präliminäre Versuche mit Zinkoxyd-Nelkenöl scheinen zuverlässig zu sein, da selbst auch Zementunterfüllungen pathologische Erscheinungen hervorgerufen haben."

Nach histologischen Untersuchungen von Bünger (1) an 17 teils kariesfreien, für kieferorthopädische Zwecke zu extrahierenden Zähnen, blieb Cadurit gegenüber der Pulpa reizlos. Bis auf einen umschriebenen, örtlich begrenzten nekrotischen Bezirk in der Kronenpulpa eines Zahnes, ließen sich keine Zeichen einer pathologischen Wirkung auf die menschliche Zahnpulpa finden. Bei klinischen Nachuntersuchungen mit Hilfe von Vitalitätsprüfungen konnten eindeutig positive Ergebnisse registriert werden.

b) Physikalisch-chemische Eigenschaften

Die Eignung eines neuen Materials für Frontzahnfüllungen muß durch sehr verschiedenartige experimentelle und klinische Untersuchungen nachgeprüft werden. Bereits im Jahre 1959 wurde das neue Füllungsmaterial Cadurit angekündigt und von Mossdorf (8) beschrieben. Vorausgegangene Versuche an 590 Frontzahn- und 960 Molarenfüllungen sollten die Eignung des Materials, das nichts mehr mit Zementen und Acrylaten gemeinsam hatte, für Frontzahn und Molarendefekte erweisen, als Fernziel sogar ein überlegener Ersatz für Befestigungszemente werden. So ergaben sich, ähnlich den Miller'schen Idealforderungen, folgende Gesichtspunkte.

Das Material mußte sein:

1. nicht pulpschädigend
2. von genügender Härte
3. formkonstant und kantenfest
4. leicht und schnell verarbeit- und applizierbar

Für die Frontzahnfüllung ist zusätzlich zu fordern:

1. Transparenz und Transluzenz
2. zahnähnliche Farbe
3. Farbbeständigkeit

Mossdorf (8) kommt zu dem Ergebnis: "Bei allen unter Kontrolle stehenden Füllungen, sowohl zentralen, Ecken- und Molarenaufbauten konnte, außer bei einigen Milchzahnfüllungen, bei denen wie bei anderen Materialien einige Füllungen herausgefallen waren, bzw. Sekundärkaries eingetreten war, keine Spaltbildung festgestellt werden."

Der Verfasser weist weiterhin auf das zahnähnliche Aussehen hin und hat an 500 Füllungen mit der Standardfarbe Nr. 20 bis zu 70 % gute Ergebnisse erzielen können. Die restlichen 30 % konnten mit den Farben Nr. 10 (hell) und Nr. 30 (dunkel) befriedigend gefüllt werden. "Da in den ersten Monaten zur Erreichung dieser Farben sehr oft die Zusätze gewechselt wurden, reichen sichere Beobachtungen über Farbbeständigkeit nur etwa 10 Monate zurück." (Die Paste erschien zunächst auf dem Dentalmarkt in 3 Farben: 10 hell, 20 standart, 30 dunkel. Auf sie beziehen sich die Untersuchungen des Verfassers. Den späteren Packungen wurde auf besonderen Wunsch der Farbton 40 grau hinzugefügt.)

Mit eingehenden Untersuchungen experimenteller und klinischer Art beschäftigt sich die Dissertation von Mogg (7). Zu den Ergebnissen über die Löslichkeit wird ausgesagt, daß Cadurit durch Liegen im Wasser um rund 3% seines Gewichtes zunimmt, was durch Hydratationsvorgänge, die zur Expansion des

Cadurit führen, zu erklären ist. Die Verfasserin kommt zu dem Schluß, "daß damit keine wägbaren Substanzen in wäßrige Lösung gegangen sind. Es ist also im Wasser nicht löslich."

Die Löslichkeit in Alkohol ist so gut wie nicht vorhanden. Extrem lange Einwirkungszeiten lassen das Material nicht unberührt, sind aber praktisch bedeutungslos. In Chloroform dagegen ist die Löslichkeit groß. Sie kann aber in Anbetracht des äußerst geringen und kurzzeitigen Kontaktes im Munde von seiten des Behandlers vernachlässigt werden.

Zur Beurteilung der Randdichtigkeit wurden Farbstofflösungen und die Blasen-druckmethode von Knappwost herangezogen. Daraus ergab sich, daß unmittelbar nach Legen der Füllung nur ein Drittel nach dem Erstarren randdicht war. Nach vierzehntägiger Liegezeit ergaben sich aber weitgehend bessere Verhältnisse. Durch Wasseraufnahme und Hydratation, die in der Mundhöhle als stets gegeben vorausgesetzt werden können, quollen die Caduritfüllungen innerhalb kurzer Zeit derart, daß alle Versuchsfüllungen als absolut randdicht bezeichnet werden konnten. In dieser Hinsicht wurde der Unterschied zu den Silikatfüllungen sehr deutlich, die während des Abbindens mehr oder weniger zur Schrumpfung neigen.

Porositätserscheinungen und Verfärbungen stehen bei den Untersuchungen in unmittelbarem Zusammenhang. Bei 25facher Vergrößerung werden im Material fein verteilte Bläschen festgestellt, die durch den falschen Anmischvorgang von Starter und Paste erklärt werden. Völlige Blasenfreiheit konnte allerdings nie erreicht werden. Die Blasen stehen miteinander aber nicht in Verbindung, so daß Verfärbungen mit Kongorotlösungen nicht das gesamte Material erreichen, sondern nur oberflächlich angeschnittene Blasen treffen. Damit steht auch im Zusammenhang die mechanische Bearbeitung, die mit feinsten Schleifkörpern vorgenommen werden soll. Angeschnittene Luftblasen können durch Stauchung oder Fluß des Materials nicht verschlossen werden, es kommt lediglich zu einer Abrundung der Kraterländer. Keinesfalls fallen die Poliererergebnisse so günstig wie bei Methacrylaten aus. Es ergibt sich daraus die Forderung, gar keine oder möglichst wenig Korrekturen an den gelegten Füllungen vorzunehmen und somit die Indikation auf nur gut mit dem Streifen adaptierbare Randgebiete einzuschränken. Überschußfahnen sollen nicht abgesprengt werden, da die Rauhtiefenmessungen hier besonders ungünstige Ergebnisse zeigten. Vergleichende Versuche mit Silikatzementen ergaben hier auch gleiche Werte.

Bei den Oberflächenmessungen mit dem Profilographen kommt die Verfasserin zu dem für alle Füllungen geltenden Urteil, daß die mit Zelluloid- oder Kunststoffstreifen gelegte Füllung glattere Oberflächenverhältnisse ergibt. Die Unebenheiten sind unter Berücksichtigung aller Messungsverfälschun-

gen bei Silikatzementen weitaus größer als bei Kunststoffmaterialien, zu letzteren gehört auch das Cadurit.

Die Caduritfüllungen an Patienten befriedigten nach Mogg (7) kosmetisch und funktionell, wenn sie unter Anwendung von Druck mittels Kunststoffstreifen und durch vorgeschriebenes Anspateln durchgeführt wurden. Für Eckenaufbauten ist das Material nicht geeignet. Klinisch traten Verfärbungen recht häufig auf, die endgültige Beurteilung behält sich aber die Verfasserin noch vor, da für ein verbessertes Präparat noch zu wenig Beobachtungszeitraum vorliegt.

Trotzdem wird Cadurit von Mogg (7) den bisherigen Silikatzementen als weit überlegen betrachtet und als wertvolle Bereicherung der Dauerfüllmaterialien angesehen, materialgerechte Anwendung, Bearbeitung und Beschränkung der Indikation vorausgesetzt.

Klinische Erfahrungen von Gülzow (3) zeigen, daß noch nicht alle Forderungen an ein ideales Füllungsmaterial verwirklicht sind. Es wird auf die schwierige Verarbeitungstechnik des Materials hingewiesen, die eine beträchtliche Umstellung erfordern, aber nach kurzer Einarbeitungszeit und genauer Befolgung der Verarbeitungsweisen des Herstellers relativ gut zu beherrschen ist. Für den Molarenbereich ist das Material nicht abrasionsfest genug, ebenso können exponierte Ecken- und Kantenaufbauten nicht hergestellt werden. Somit ist der Indikationsbereich im wesentlichen nicht anders, als der der Silikatzementfüllungen. Die unbedingt notwendigen Unterschnitte bei der Kavitätenpräparation müssen kräftig sein, um dem Expansionsdruck bei der nachträglichen Wasseraufnahme standhalten zu können. Die Gefahr, bei falschem Anrühren Luftblasen einzuarbeiten, ist groß, Transparenz und Homogenität der Füllung leiden unter der nachträglichen Oberflächenbearbeitung.

Die Untersuchungen von Gülzow (3) erstrecken sich auf ein Material, welches noch in der Entwicklung stand und im Füllkörper und den Farbträgern verändert wurde, ehe das Cadurit in seiner damaligen Zusammensetzung im August 1960 auf dem Markt erschien. Füllungen mit einer Liegedauer bis zu einem halben Jahr schienen zu kurz, um endgültige Aussagen machen zu können. Bis dahin waren die Befunde über Farbe und Randschluß einwandfrei.

Umfangreiche Untersuchungen von Spreter von Kreudenstein und Strüben (5) berichten eingehend von den Eigenschaften des neuen Materials. Nach Angaben der Verfasser ist für die praktische Anwendung der Kunststoffe die Untersuchung der folgenden Punkte von Bedeutung:

1. Toxische Wirkung
2. Farbbeständigkeit
3. Randschlußverhältnisse

- zu 1) Die Methacrylatprodukte waren eindeutig pulpenschädigend. Daran haben Veränderungen und Verbesserungen bis heute nichts zu ändern vermocht. Obwohl für Cadurit noch keine genügend lange Untersuchungsdauer vorliegt, waren die histologischen Befunde durchweg normal. Das Material scheint sich gegenüber dem lebenden Zahnmark reizlos zu verhalten.
- zu 2) Bei den neuen und neuesten Präparaten auf Methacrylat-Basis sind endogene Verfärbungen (innerhalb des Kunststoffes) so gut wie ausgeschaltet. Exogene Verfärbungen stellen, wenn das Material richtig verarbeitet wird, gegenüber früher (altes Palavit nach einem Jahr 25 % verfärbt) ein Minimum dar.
- zu 3) Bei klinischen Untersuchungen zeigte sich Randschlußmangel bei Kunststoffen nicht so häufig wie bei Silikatzementen. Unter Randschlußmangel ist nicht nur die klinisch feststellbare Spaltbildung zu verstehen, sondern auch die dunkle Verfärbung am Rande, die anzeigt, daß es zur Spaltbildung gekommen ist. Randschlußmangel beobachtet man hauptsächlich bei größeren Füllungen. Die thermische Expansion nimmt nach den Untersuchungen unter physiologischen Verhältnissen um die Hälfte zu. Die Füllungen dehnen sich also im Munde bei heißer Flüssigkeit aus und bei kalter ziehen sie sich zusammen. Diese Eigenschaften sind nicht auszuschalten.

Zu den Untersuchungen von Kreudenstein und Stüben (5) über das gegenüber den Methacrylaten chemisch ganz andersartige Cadurit werden folgende Angaben gemacht, die noch kein vollständiges Bild von seinen laboratoriumsmäßig prüfbaren Eigenschaften zuläßt.

Nach Kreudenstein- Stüben (5) gehört Cadurit als vollsynthetischer Stoff in die Gruppe der thermoplastischen Kunststoffe. Polyester entstehen als hochmolekulare Veresterungsprodukte aus mehrwertigen Alkoholen, (dem 1,3 Butandiol, $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$) und mehrwertigen organischen Säuren (wie der ungesättigten Dicarbonsäure, z.B. Maleinsäure ($\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$)). Bei der Cadurit-Paste handelt es sich um einen Aziridinopolyester und bei dem Cadurit-Starter um einen Sulfonester.

Die Zusammensetzung der Paste ergibt sich aus folgendem chemischen Grundgerüst:

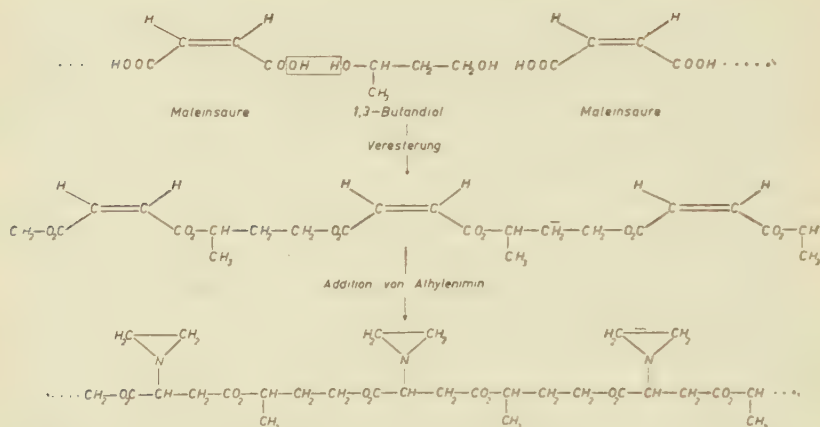


Abbildung 1: Das Grundgerüst der Cadurit-Paste ist ein Aziridinopolyester, ein Polyester der Maleinsäure, an deren Doppelbindung Aziridin angelagert wird (von Kreudenstein - Stüben entnommen aus belgischen und österreichischen Patentschriften v. 1.10.1960)

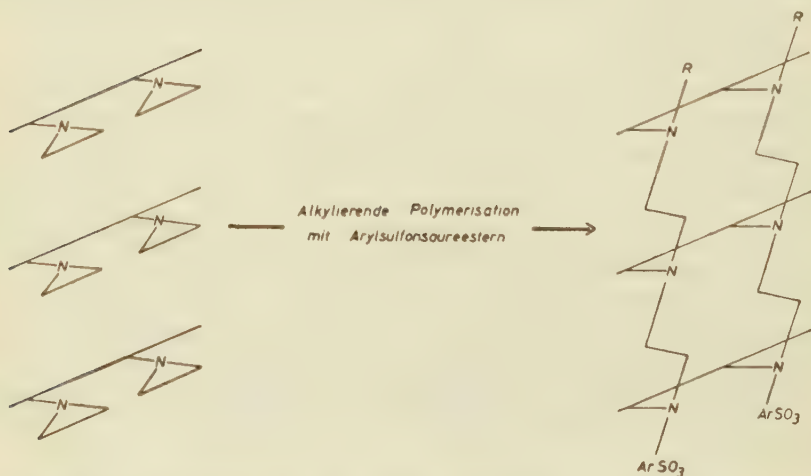


Abbildung 2: Polymerisation der Aziridinopolyester, schematisch dargestellt. Über die reaktionsfähigen Äthyleniminreste verbinden sich die Polyester-Ketten zu einem großen Molekülsystem. Saure Starter, z.B. die Arylsulfonsäureester ($\text{ArSO}_3 - \text{R}$), lösen die Reaktion aus (Nach Kreudenstein - Stüben).

Wird an den Polyester, der die reaktionsfähige Doppelbindung der Maleinsäure enthält Aziridin (=Aethylenimin) angelagert, entsteht der Aziridinopolyester (Abb. 1).

Er liegt in der zähplastischen Kunststoffpaste in Oligomeren, d.h. relativ kurzkettigen Molekülen vor. Ihre Aethyleniminreste sind jedoch noch reaktionsfähig. Über diese Gruppen können sich die einzelnen Kettenmoleküle vernetzen. Dabei verbinden sie sich zu einem Molekülsystem. Die Reaktion wird durch saure Starter ausgelöst und kann als alkylierende Polymerisation bezeichnet werden. Als Startersubstanz ist in der Patentschrift besonders der Arylsulfonsäureester genannt.

Zur Klärung der Zusammensetzung der Paste wurden von Kreudenstein-Stüben (5) unter dem Mikroskop kreisrunde, helle Felder festgestellt, die eng nebeneinander liegen. Sie werden als Füllkörper gedeutet, einem Perlpolymerisat mit Methacrylatcharakter, und von einer homogenen Masse, dem eigentlichen zähplastischen Polyester, fest umschlossen, wenn die Erhärtung eingetreten ist. Daneben finden sich, gleichmäßig verteilt, feinste Körnchen, die als Farbstoffpartikel (Metalloxyde o.ä.) gedeutet werden. Recht zahlreich werden Luftblasen in wechselnder Größe gefunden, die auch schon in der noch nicht durchgespatelten Masse nachgewiesen werden können. Die Paste ist schon fabrikmäßig mit blasigen Hohlräumen angefüllt, die auch durch noch so sorgfältiges Anmischen nicht beseitigt werden können.

Die Beobachtung über den Ablauf der Erhärtung mit Hilfe eines Meßverfahrens, bei dem der Boden einer Probekavität auf 33° konstant gehalten wurde, führte zu der Erkenntnis, daß die Erhärtungszeit der Caduritproben nur 1,5 Minuten beträgt. Diese Zeit sei zu kurz bemessen und reiche keinesfalls für die Füllung komplizierter Kavitätenformen. Im Zusammenhang damit wird auch die Reaktionswärme untersucht. Die Vernetzung des Kunststoffes Cadurit ist ein exothermer Vorgang, wie sich unschwer an einer zwischen den Fingern erhärten- den Probe nachweisen läßt. In der Kavität verhält sich die Reaktionswärme so, daß, nach anfänglicher Abkühlung durch die kühle Kunststoffmischung, innerhalb weniger Sekunden ein steiler Temperaturanstieg erfolgt.

Der anfängliche Ausgangswert wird dabei weit überschritten. Danach fällt die Temperatur nur langsam wieder ab. Dies läßt nach Ansicht der Verfasser die Vermutung zu, daß Cadurit eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzt, was für Füllmittel günstig ist. Die wärmeisolierende Wirkung ist gut und die Pulpa wird somit gegen kurzzeitige im Munde auftretende Temperaturschwankungen geschützt.

Die Haftintensität dreier bekannter Füllmaterialien wurde von Spreter von Kreudenstein und Stüben (5) gemessen und verglichen (spezielle Vorrichtung nach Spreter von Kreudenstein). Hierbei wurden deutliche Unterschiede festgestellt. Silikatzemente und Cadurit haben nur eine geringe Haftintensität an der Dentinfläche, Palavit dagegen eine ausgezeichnete. Daraus folgern die Verfasser, daß sich durch den auftretenden Schrumpfungszug zwischen Kavitätenwand und Füllung ein Spalt ausbilden wird, der so lange sichtbar bleibt, bis eine Expansion durch die Wasseraufnahme eintritt. Ein cm^2 der Oberfläche des Cadurit nimmt in 24 Stunden 2,1 - 2,2 mg Wasser auf, fast also das dreifache von Palavit, das pro cm^2 Oberfläche nur 0,6 - 0,7 mg aufnimmt. Daraus folgert auch eine starke Volumenzunahme, die bei Cadurit 2,42 % beträgt, bei Palavit 55 dagegen 1,39 %.

Die Messung der Randspaltdurchlässigkeit wurde nach den Untersuchungen derselben Autoren mit der Durchströmungsmethode nach Knappwost bestimmt: 10 Minuten nach dem Erhärten ergab sich durch den Schrumpfungszug ein erheblicher Randspalt, 15 Minuten nach dem Erhärten beginnt die Expansion, 45 Minuten später ist der größte Teil der durch Wasseraufnahme möglichen Volumenzunahme erreicht. Nach 4 Stunden ist die Randdurchlässigkeit sehr gering, nach 10 Tagen ist die Füllung randdicht. Eine Farbstoffpassage tritt mit Hilfe der Durchströmungsmethode nicht mehr auf.

Der von Kreudenstein - Stüben (5) durchgeführte Versuch, die erhärtete Caduritprobe mit Hilfe einer wäßrigen Methylenblaulösung anzufärben, fällt negativ aus. Es wird also wohl das Wasser, aber kein Farbstoff aufgenommen.

Hinsichtlich der Farbbeständigkeit wird vom Hersteller angegeben, daß Cadurit auch von ultravioletten Strahlen nicht verfärbt wird. Kreudenstein und Stüben (5) weisen nach, daß nach 3 - 6 stündiger Bestrahlung mit der Quarzlampe im Abstand von 20 cm, die Verfärbung je nach Länge der Einwirkungszeit deutlicher wird. Bei Abdecken der Proben mit einer Speichelschicht wird die Verfärbung vermindert, aber nicht ausgeschlossen. Sehr wesentlich ist der Nachweis, daß die Berührung mit organischen Lösungsmitteln (Chloroform, Eugenol, Cavit) in Verbindung mit UV-Bestrahlung zu Anlösung oder Verfärbung führt. Beimischungs- und Infiltrationsverfärbung, größtenteils auf Verarbeitungsfehlern beruhend, können bei allen Kunststoffpräparaten auftreten. So kann eine blasige Oberfläche an Caduritfüllungen zu deutlichen Farbstoffretentionen führen, wenn intensiv färbende Nahrungsmittel (Sauerkirschen, Fliederbeeren, Blaubeeren) gegessen wurden.

Nach den Untersuchungen von Dieterle (2) über sechs wesentliche phy-

sikalische Eigenschaften des Cadurit ergibt sich folgendes:

1. Schrumpfung. In den ersten Tagen weist das Material eine große Anfangsschrumpfung auf. Nach einer Woche schrumpft es nur noch sehr langsam und hat am 36. Tag einen Schrumpfungswert von 0,78 % erreicht. Im Vergleich zu Silikatzementen ist die Kontraktion der Kunststoffe weitaus geringer.
2. Quellung. Nach 34 Tagen ist die Quellung von Cadurit noch nicht abgeschlossen. Es hat die größte Wasseraufnahme und Quellung aller vergleichbaren Materialien. Sie wirkt der Schrumpfung entgegen. Vom ersten Tag an entsteht bei Cadurit-Front aus Expansion und Kontraktion eine Volumenzunahme.
3. Kantenfestigkeit. Sie wurde an Proben 25 Minuten nach der Herstellung und nach sechsmonatiger Lagerung gemessen. Durch die Feuchtigkeitsaufnahme (Lagerung in physiologischer NaCl-Lösung) sanken die Werte der Kantenfestigkeit auf ein Drittel des Anfangswertes ab. Die unter gleichen Voraussetzungen behandelten Zemente lagen mit ihren Werten unter, die Autopolymerisate dagegen mit ihren Werten über denen des Cadurit.
4. Härtemessung nach Vickers. Ebenso ist das Härteverhalten des Cadurits nach 1/2jähriger Lagerung in physiologischer NaCl-Lösung bei 37° zu erwarten. Nach zwei Monaten ist bereits über die Hälfte der Ausgangshärte verloren gegangen. Bei Palavit 55 tritt auch hier trotz der Wasseraufnahme eine geringe Härtesteigerung ein. Cadurit hat im Vergleich zu allen anderen Werkstoffen die geringsten Härtegrade.
5. Abriebfestigkeitsversuche. Sie ergaben, daß schon nach 4-wöchiger Lagerungszeit in physiologischer NaCl-Lösung von 37° die Abriebfestigkeit so gering ist, daß sie weit unter den bei anderen Materialien gefundenen Werten liegt. Zu den Versuchen 3 - 5 geht hervor, daß Cadurit keinesfalls den mannigfachen Anforderungen bezüglich der Abrasion entspricht.
6. Farbbeständigkeit. Der Verfasser stellt im Gegensatz zu Kreudenstein - Stüben keine Verfärbungen durch UV-Licht fest, wohl aber durch Wasseraufnahme. Die Proben hatten über ein halbes Jahr in physiologischer NaCl-Lösung gelegen. Grünlich- bis gelblich-bräunliche Abweichungen von den Ausgangsfarben wurden festgestellt. Sie sind nicht nur oberflächlich, sondern bis in den Kern der Füllung zu erkennen.

III. MATERIAL UND METHODIK

Das von der Firma Espe, Seefeld/Obb. im Sommer 1960 auf dem Markt erschienene Frontzahnfüllungsmaterial Cadurit wurde zwei Jahre lang klinisch erprobt. Das etwa zwei Jahre später herausgegebene, verbesserte P-Cadurit ein Jahr lang. Vom ersten Material wurden an 43 Patienten 124 Füllungen gelegt, deren Lokalisation sowohl im Frontzahn- als auch im Molarenbereich, vorwiegend als zentrale, aber auch als Aufbaufüllung gegeben war. Das P-Cadurit fand dieselbe Verwendung bei 10 Patienten mit insgesamt 20 Füllungen, wobei zusätzlich auch Aufbauten im Frontzahnggebiet hergestellt und zur Beurteilung herangezogen wurden. Die Nachkontrollen erfolgten jeweils nach 1/2 jähriger Liegedauer, wobei Pulpenreaktion, Farbverhalten, Randschluß, Abrasion, Oberflächenporosität und Gewebsverträglichkeit (besonders bei zahnfleischnahen Kavitäten) vergleichsweise festgehalten wurden. Alle Füllungen erhielten keine Phosphatzementunterlage, da vorbereitete Haftpunkte und Unterschnitte wieder verdeckt worden wären.

Die erste Ausgabe des Cadurit kam vornehmlich bei vitalen Zähnen mit Lackunterlage zur Verwendung. Letztere wurde vom Hersteller mehrmals geändert. Das neue P-Cadurit hat keine Lackzugabe mehr. Die Methode der Lackunterlage bot nach Langeland (6) keinen Schutz für die Pulpa. Nach Untersuchungen anderer Autoren ist Cadurit auch ohne Lackunterlage gegenüber der Pulpa neutral geblieben.

Weiterhin wurde die Applikationsweise untersucht, die Grenzen der Verwendung der beigegebenen Strips, der Cervikalfolien und Matritzen festgestellt und die Möglichkeit mechanischer Nachbearbeitung probiert.

Vitalitätsproben mit dem Dentotest-Gerat, Röntgenaufnahmen, Schwarzweiß- und Farbfotos kamen zur vergleichenden Nachkontrolle zur Anwendung.

Nach zweijähriger Liegezeit wurden alle Füllungen wieder entfernt, soweit sie nicht schon selbst aufgelöst oder abradirt waren. Ein Teil der Füllungsreste wurden einer mikroskopischen Oberflächenbetrachtung im Auflichtmikroskop unterzogen, der andere Teil auf Vermehrung von Keimen hin untersucht.

Mit der binokulären Lupe (Karl Zeiss) erfolgte eine Betrachtung der Oberflächen und Unterflächen bis zur 40-fachen Vergrößerung getragener Cadurit- und P-Cadurit-Füllungsreste, ebenso wie von Probekörpern an glatten Oberflächen, wie auch an Bruchstellen. Dabei konnte auch die Polierfähigkeit untersucht werden.

Mikroskopische Untersuchungen vom alten und neuen Cadurit wurden durchgeführt. Auf einem Objektträger dünn ausgezogene Paste wurde in vernetztem und unvernetztem Zustand mit 20-facher Vergrößerung untersucht und fotografisch festgehalten.

Zur Bestimmung der Keimvermehrung der mit Speiseresten versetzten blasigen Hohlräume erfolgte vor Entfernung der Füllung nach dem Trockenlegen eine gründliche Abwaschung mit Alkohol und Cialit. Jegliche Berührung mit dem Mundspeichel wurde vermieden, mit einem sterilen Bohrer die Füllung entfernt und unter Wahrung aseptischer Kautelen der Füllungsrest in ein Reagenzglas mit physiologischer NaCl-Lösung eingebracht. Im sterilen Mörser wurde der Füllungsrest zerrieben und ein Agar-Nährboden beimpft. Nach 3-4 tägiger Bebrütung im Brutschrank bei 37° wurden die Proben auf aerobe und anaerobe Kulturen hin untersucht.

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Cadurit ist ein vollsynthetischer, thermoplastischer Kunststoff, der aus Paste und Härter, dem sog. Starter besteht. Die Konsistenz der Paste ist zähplastisch, sie läßt gerade noch eine Entnahme aus dem Glas zu. Sie enthält im Anlieferungszustand bereits blasige Hohlräume, die im Produktionsablauf nach Angaben des Herstellers auch nicht auszuschalten sind. Die schwierige Entnahme der Paste aus dem Glas, vor allem bei zunehmender Leerung, steigert den Anteil der Luftblasen, da mit dem Spatel die Portionen nicht exakt zu trennen sind und zähplastische Abreißfahnen zurückbleiben. Durch erneute Entnahme wird wiederum Luft in die Paste eingeschlossen. Ähnliche Möglichkeiten des zusätzlichen Lufteinschlusses bestehen beim Abstreichen auf die Dosierschablone, sowie beim Untermischen des Härters. Zwar hat der Hersteller genaue Arbeitsanleitung gegeben, dennoch bestehen abgebundene Caduritproben, die sowohl mit, als auch ohne große Sorgfalt angerührt wurden, beim Betrachten im Auflichtmikroskop aus unzähligen kleinen Lufteinschlüssen. Sie zeichnen sich bei schlechterer Verarbeitung durch besondere Größe aus.

Die Cadurit-Paste neigt leicht zum Eindicken. Trotz vorschriftsmäßiger Lagerung war nach einem Jahr das alte Cadurit in seiner Konsistenz weit zäher, als das Ausgangsmaterial, nach zweijähriger Lagerzeit bereits fest und nicht mehr verarbeitungsfähig. Ähnlich, aber in umgekehrtem Sinn, erging es der Starterpaste. Sie war nach einem Jahr Lagerzeit nicht mehr plastisch, sondern flüssig. Inzwischen gelang es der Herstellerfirma mit dem P-Cadurit entschei-

dende Verbesserungen zu erzielen. Nach einem Jahr ist die Konsistenz der Paste die gleiche geblieben. Der Starter weist beim Austritt aus der Tubenspitze keine flüssigen Bestandteile mehr auf, indes ist die Austrittsmöglichkeit aus der Tubenöffnung noch nicht gelöst. Der Austrittsquerschnitt ist zu klein, um durch sanften Druck eine genaue Dosierung zu ermöglichen. Bei übertriebenem Druck platzte die Tube unmittelbar vor dem Tubenschlüssel.

Die an der Dosierschablone und am Spatel anhaftenden Pastenreste sind eine Gefahr für das Weichbleiben des Materials. Obwohl die Plastikdosierschablone durch eine eloxierte Leichtmetallschablone ersetzt wurde, ist das Untermischen und Sauberhalten zweier plastischer Ausgangsstoffe viel schwieriger als zwischen Pulver und Flüssigkeit, wie sie bei Zementen und Methacrylaten vorliegt. Auch bei letzteren ist eine absolute Ausschaltung von Lufteinschlüssen nicht immer möglich.

Die Betrachtung unter dem Auflichtmikroskop läßt dann auch bei 25- und 40-facher Vergrößerung unzählige Luftblasen erkennen, die ausnahmslos allen Caduritproben und -füllungen eigen sind. Nach zweijähriger Liegezeit entfernte Füllungen des alten Cadurit sind besonders gekennzeichnet durch Farbänderungen in Gebieten von Speiseretentionen an der Oberfläche, die so fest verzahnt sind, daß sie durch kräftiges Bürsten nur mangelhaft entfernt werden können. Es bleibt noch eine deutliche Verfärbung zurück, die ohnehin schon durch die Hydratation eintritt. Drei Jahre alte Caduritproben, die ununterbrochen in normalem Wasser gelagert hatten und aus den Farbgrundsubstanzen hell Nr. 10, standard Nr. 20, dunkel Nr. 30 hergestellt waren, hatten sich zu einer gelbbraunen Farbe fast angeglichen. Auch beim P-Cadurit scheint das nach einjähriger Beobachtungszeit nicht anders zu sein. Der Farbvergleich stimmte nicht mehr mit der Ausgangsfarbe überein. An 3 2 1 1 2 gelegte P-Caduritfüllungen zeigten nach einjähriger Liegezeit unter dem Mikroskop gelbbraunliche Verfärbungen, die bis zu einem Drittel in die Tiefe des Materials reichten und eine 1 mm starke Zone der Verfärbung erkennen ließen. Die Oberfläche der Füllung erscheint unregelmäßig zerklüftet und porig. Glasfasern sind in großer Zahl zu erkennen, besonders an Bruchstellen und fein auslaufenden Füllungsrandern. Die Unterfläche der Füllung weist keine Verfärbungen auf und zeigt ein gut ausgeprägtes Kavitätenrelief. Besonders die Randverhältnisse sind deutlich ausgebildet und geben den feinsten Bohrschnitt genau wieder. Auch hier sind Lufteinschlüsse in großer Zahl zu erkennen. Der Vergleich von Silikatzement- und Caduritfüllungen, die etwa die gleichlange Liegedauer am Patienten hatten, zeigt bei beiden eine ungleichmäßige und kraterartige Oberfläche. Allerdings sind Lufteinschlüsse und Glasfaseranteile bei Silikat nicht so groß. Beim Cadurit ist das Farbverhalten etwas günstiger, entspricht aber auch nicht mehr der Ausgangsfarbe.

Allen frischgelegten Cadurirfüllungen, die vorschriftsmäßig angespatelt wurden, ist eine gute Transparenz eigen, die sich von der natürlichen Zahnhartsubstanz so gut wie nicht abhebt. Vor allem trifft dies zu, wenn es gelingt, die ausgehärtete Füllung ohne Korrektur mit Finierern der Zahnoberfläche anzupassen. Die Transparenz ist gegenüber Silikatfüllungen wesentlich günstiger zu beurteilen, läßt aber mit zunehmender Liegedauer nach und hat nach einem Jahr das gleiche opake Aussehen.

Der Versuch, vorgeformte Frasaco-Strip-Kronen zur Stumpfversorgung heranzuziehen und mit P-Cadurit zu füllen, führt anfangs zu befriedigenden kosmetischen Erfolgen und gutem Halteeffekt. Die Befestigung mit Zinkoxyd-Eugenol zur Versorgung des vitalen Stumpfes hat aber nach relativ kurzer Zeit eine kräftige Verfärbung des gesamten Materials zur Folge, dessen Farbe als braun anzusprechen ist. Die Befestigung der Krone mit Phosphatzement dagegen zeigt keine so intensive Farbveränderung.

Das Pulpenverhalten des alten und des neuen P-Cadurit kann klinisch als neutral bezeichnet werden. Von 144 gelegten Füllungen an 53 Patienten aller Altersstufen und beiderlei Geschlechts wurden bis auf zwei alle an vitalen Zähnen klinisch gründlich geprüft. Die vor dem Legen der Füllung geprüfte Stufe der Vitalität ergab auch bei halbjährlich durchgeführter Nachkontrolle annähernd gleiche Werte. Subjektive Beschwerden wurden in 3 Fällen angegeben. Zwei bis drei Stunden nach der Applikation traten leichte Druckschmerzen auf, die aber nach kurzer Zeit wieder abgeklungen waren.

Hier, und auch bei pulpennahen Kavitäten, erfolgten Röntgenkontrollen, die keinerlei Anhaltspunkte für apikale oder periodontale Veränderungen erkennen ließen. Histologische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Verarbeitungstechnik und Applikationsweise des verbesserten P-Cadurit unterscheiden sich nur unwesentlich von der des alten Materials. Die Starterzugabe ist geringer geworden, es kann nur noch das Meßlinienschema für 25⁰ verwendet werden. Auf einem mitgelieferten Anrührblock wird die Paste mit Hilfe der Dosierschablone aufgetragen. Aufgedruckte Meßlinien geben die Menge des zuzufügenden Starters an. Er wird von oben her in die Grundmasse eingemischt und muß nach drei- bis viermaligem Ausstreichen gleichmäßig darin verteilt sein, sonst ist eine allseitige Aushärtung in Frage gestellt. Dabei ist die Gefahr eines zusätzlichen Lufteinschlusses immer gegeben. Der Hersteller gibt für den Anmischvorgang 20 Sekunden an, er reicht aus, um den Anmischvorgang ohne Eile durchzuführen. Nun bleibt aber nur noch eine Minute Zeit zur Applikation und zum Andrücken des Streifens der an der vorbereiteten Ka-

vität in situ zu bringen ist. Das Material wird im Überschuß in die Kavität eingestrichen und mit dem Streifen der Zahnoberfläche angeformt. Hier beginnt die Schwierigkeit, vor dem Erreichen des gummielastischen Zustandes eine günstige Anlage zu erreichen. Die ungleichmäßige Wölbung der Zahnoberfläche gestattet es nicht, die Füllungsänder überschußfrei zu gestalten, da daß Strip-Band diese Verformung nicht mitmacht. An einer Stelle entstehen immer Preßfahnen, die nachgearbeitet werden müssen. Es ist ratsam, bei zahnalsnahen Füllungen sie nicht in den Bereich des Parodontiums zu legen, da dort das Nacharbeiten verständlicherweise schwerer fällt. Durch das Nacharbeiten geht die anzustrebende hochglanzgepreßte Oberfläche verloren, da das Nivellieren von Füllungs- und Zahnoberfläche ein Abtragen der ganzen hochglänzenden Oberfläche in den meisten Fällen notwendig macht. Mit kugel- oder flammenförmigen Finierern kann nach 4 Minuten die Nachbearbeitung gut vorgenommen werden. Es bleibt aber eine angeraute Oberfläche zurück, auf der mikroskopisch angeschnittene Luftblasen zu erkennen sind. Eine Politur ist nicht mehr möglich. Mehrfache Versuche an einer hochglanzgepreßten Cadurit-Oberfläche ließen erkennen, daß das Material beim Polieren mit feinsten Polierkörnung Schlammkreide) zunehmend stumpfer wird, niemals aber wieder der gleiche Hochglanz erreicht werden kann. Ein zahnglattes Aussehen wird zwar durch den benetzenden Speichel erzielt, aber der kraterförmigen Ausbildung der Füllungsoberfläche Vorschub geleistet. In Erkennung dieser Tatsache ist vom Hersteller das P-Cadurit Email entwickelt worden. Es ist die Paste ohne verfestigende Zusätze (Glasfasern, Füllkörper), die mit dem Starter zur Vernetzung gebracht wird. Das Auftragen kann nur unmittelbar nach Legen und Beschleifen der Füllung vorgenommen werden. Die Füllungsoberfläche muß dazu absolut trocken und sauber sein. Erfahrungen damit liegen nicht vor.

Zur Farbabstimmung ist die Auswahl von 4 Farbtönen möglich. Die Farbe standard 20 ist in fast allen Fällen anwendbar, 10 hell, 30 dunkel und 40 grau sind für Extremfälle bestimmt. Auch untereinander sind alle Pasten mischbar, was aber nur für den Anfangseffekt von Bedeutung ist. Nach einem halben Jahr ist eine dunklere Abweichung ohne weiteres zu erkennen.

Abrasion und Randschlußverhältnisse waren beim alten Cadurit nicht zufriedenstellend. Bereits nach einjähriger Liegezeit wies das Material durch seine ungenügende Härte deutliche Abrasionserscheinungen auf. Nach zwei Jahren war ein Eckenaufbau, der eigens zum Nachweis gelegt wurde, um zwei mm verkürzt. Aber auch an labialen Flächen, an denen vertikale Kaukräfte keinen Einfluß haben konnten, war das Niveau der Füllungsoberfläche deutlich verringert (Abb. 3).

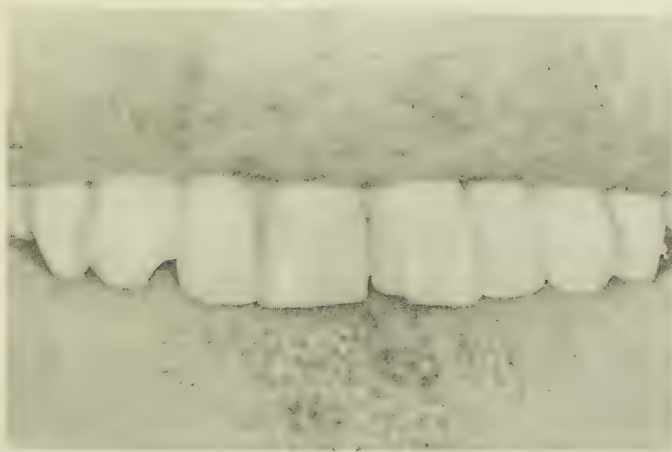


Abbildung 3: Patient K., H., 37 Jahre alt

Cadurit - Füllung /1 , Liegedauer 1 Jahr 8 Monate. Deutliche Abrasionserscheinungen und Stufenbildungen am gesamten Füllungsrand. Farbverhalten: gelb - bräunlich

Eine beginnende Sekundärkaries an den Schmelzrändern war zu erkennen, sie reichte aber nur bis zum tiefer liegenden Füllungsrand. Nach Entfernung der gesamten Füllung war ein Vordringen der Sekundärkaries nicht festzustellen. Selbst an tiefer gelegenen Randzonen war die Kavität einwandfrei (Abb. 4 und 5).

Ohne Zweifel sind mit der Einführung des P-Cadurit die starken Abrasionserscheinungen nahezu ausgeschaltet worden. Ein wesentlich höherer Anteil an Glasfasern hat zur Verfestigung des Materials geführt. Im Zusammenhang damit mußte auch die Zusammensetzung der Starterpaste geändert werden, um die Aushärtungsgeschwindigkeit auf ein Minimum herabzusetzen. Aus diesem Grunde ist der Starter der alten Cadurit-Packung nicht mehr zu verwenden.

Die Härtesteigerung des P-Cadurit hat den Indikationsbereich erweitert. Es können Eckenaufbauten an Frontzähnen und Molaren unter der Voraussetzung einer genügenden Verankerung vorgenommen werden. Hierbei tritt aber das Problem der Kavitätenpräparation und die Formgebung durch Streifen und Matrizen in den Vordergrund.

Wie von Kreudenstein - Stüben (5) und Dieterle (2) nachgewie-

sen werden konnte, ist eine Haftintensität an der Dentinoberfläche so gut wie nicht vorhanden. Zum guten und dauerhaften Halt reichen muldenförmige Unterschnitte keinesfalls aus. Nicht vom Dentin unterfütterte Schmelzpartien können vom hohen Expansionsdruck während des Aushärtungsvorganges leicht abgesprengt werden. Unterschnitte müssen angelegt sein, was nur mit dem Kegel- und Radbohrer zu erreichen ist. Der echte Schwalbenschwanz, wie er für Ecken- aufbauten üblich ist, versteht sich von selbst, wenn bei Frontzähnen 1/3 der Zahnschubstanz verloren gegangen ist. Bei Entfernung aller Cadurit-Füllungen wurde deutlich, daß auch die feinsten Unterschnitte der Kavität scharf auf der Füllungsunterfläche ausgeprägt sind. Eine einfache Teilung genügt nicht, um das Material aus den Haltepunkten restlos zu entfernen.

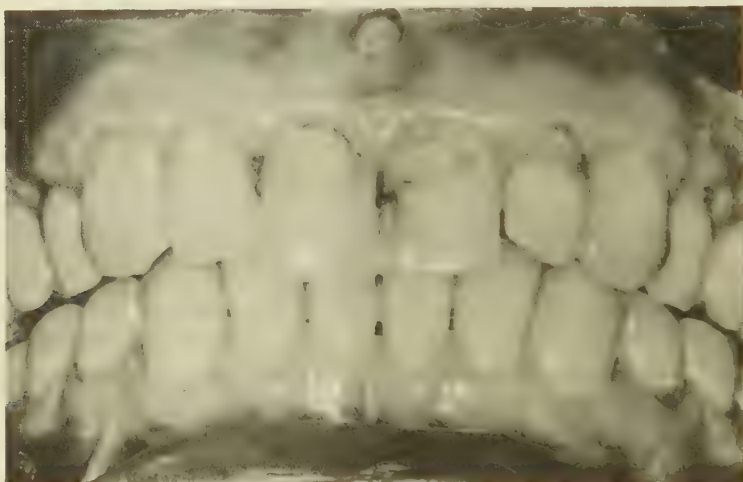


Abbildung 4: Patientin T., O., 24 Jahre alt
 Cadurit-Füllungen an 3 2 1 | 1 2. Liegedauer 1 1/2 Jahre.
 Kraterartige Oberfläche, besonders an 1 | 1. Teilweise
 Randauflösung und Sekundärkariesbildung. Farbverhalten:
 gelb - bräunlich.



Abbildung 5: Dieselbe Patientin

P-Caduritfüllungen, 1/ unmittelbar nach Applikation
3 2/ 1 2 nach 1-jähriger Liegedauer. Rauhtiefen und Farb-
 unterschiede bereits erkennbar.

Um Mißerfolge beim Halt und der Aushärtung auszuschließen, ist die Kavitätenpräparation sorgfältiger als üblich vorzunehmen. Schon die geringste Vernachlässigung des Kavitätenrandes kann den Halteeffekt hinfällig werden lassen. Neben der strengen Kastenform sind in die seitlichen Begrenzungsflächen Unterschnitte einzuarbeiten, um einer Austreibung der Füllung bei der Expansion des Materials entgegenzuwirken.

Die Adaptation im Frontzahngebiet gelingt, wie schon angeführt, durch Streifen und Cervikalfolien nie ganz einwandfrei, zum einen, weil die asymmetrische Wölbung der Zahnoberfläche, insbesondere bei Approximalflächen, ein genaues Adaptieren des Streifens nicht zuläßt, zum andern, weil die Fließfähigkeit des Materials nicht groß genug ist. Für Prämolaren- und Molarenaufbauten kommt noch die Schwierigkeit der Kontaktpunktgestaltung hinzu. Nach Angaben des Herstellers kann sie dadurch erfolgen, daß die Matrize nur bis zur Höhe des Kontaktpunktes reicht und das Material übergedrückt wird. Das Matrizenband soll dann seitlich herausgezogen werden. Bei MO-Füllungen

ist das noch möglich, aber für MOD-Füllungen undurchführbar. Die circular verlaufende Matritze kann nur durch Aufschneiden des Bandes (Müller-Matritze) entfernt werden. Es bleibt sehr viel Überschuß im Interdentalraum liegen, der mühsam entfernt werden muß. Die andere Möglichkeit, die physiologische Elastizität des Periodontium auszunützen, indem Separierkeile den Interdentalraum aufweiten und bei Rückfederung den Kontaktpunkt herstellen, ist nicht so groß, um die Abstützung der Zahnkronen untereinander zu gewährleisten. Das gewaltsame Eindringen von Speiseresten ist gegeben und der Approximalkaries durch retinierte, schwer entfernbare Speiseteile schnellere Möglichkeit zur Ausbreitung gegeben.

Mit der Einführung des P-Cadurit Email scheint die Kontaktpunktherstellung erfolversprechender zu sein. Der fehlende Kontaktpunkt wird beim Abdichten der Lufteinschlüsse der Oberfläche zugleich von occlusal aufgetragen und wie bei der Amalgamfüllung anmodelliert.

Sämtliche Füllungen im Seitenzahngebiet entsprachen nach einer Liegezeit von einem Jahr noch voll den Anforderungen der Abrasion, der Randgestaltung und im Pulpenverhalten. Auch hier waren keine Unterfüllungen vorgenommen worden.

Der Untersuchungsbefund über die Gewebsverträglichkeit bei 11 zahnfleischnahen und zum Teil unter das Zahnfleisch reichenden Kavitäten fiel in allen Fällen positiv aus. In keinem Falle konnte eine Reizung durch Rötung oder Schwellung nachgewiesen werden. Auch dann war keine Verschlechterung nachzuweisen, wenn eine Parodontopathie vor Füllungsbeginn bereits vorlag. Allerdings ist eine Anlagerung von Speiseresten und Zahnstein an die Füllungs Oberfläche, die durch angeschnittene Luftblasen aufgeraut ist, gegeben.

Da bei über 50 % der entfernten Füllungen unter der binäculären Lupe bei 25facher Vergrößerung deutliche Speiseretentionen erkennbar waren, lag die Vermutung nahe, daß diese Gebiete zu Brutstellen von Keimen aller Art werden konnten. 9 Füllungen wiesen auf Schräg-Agar eine Häufung aerober und vorwiegend anaerober Keime auf. Eine Gramfärbung wies grampositive Staphylokokken, Stäbchen und Sporen und ganz vereinzelt Pilzhypphen auf. Vergleichsweise durchgeführte Untersuchungen an Silikatfüllungen ließen zwar auch Keime nachweisen, doch fielen Gramfärbungen negativ aus.

Abschließend soll die nach 1-jähriger Liegedauer beider Cadurit-Füllmaterialien erfolgte Nachkontrolle tabellarisch zusammengefaßt sein. Die Zahlenreihe A gibt eine positive, die Zahlenreihe B eine negative Bewertung an.

Cadurit (1960) , von insgesamt 124 Füllungen waren im Verhalten nach:

	<u>Farbe</u>	<u>Volumen</u>	<u>Abrasion</u>	<u>Porosität</u>	
A (gut)	7	2	4	12	Fälle
B (schlecht)	116	122	120	112	Fälle

P-Cadurit (1962), von insgesamt 20 Füllungen waren im Verhalten nach:

	<u>Farbe</u>	<u>Volumen</u>	<u>Abrasion</u>	<u>Porosität</u>	
A (gut)	9	20	19	6	Fälle
B (schlecht)	11	0	1	14	Fälle

Erläuterungen: Farbverhalten

A: keine oder nur geringfügige Farbabweichung, transparent

B: deutliche Verfärbung gelb-bräunlich, opak

Volumenverhalten:

A: Bei Sondenprobe glatter Übergang am Füllungsrand, ohne Stufenbildung

B: Gelockerte oder herausgefallene Füllung, Randspaltbildung, deutlich vertiefte Füllungsoberfläche.

Abrasionsverhalten:

A: Vollständig erhaltene Eckenaufbauten ohne erkennbare Stufenbildung

B: Bis zu 1 mm verkürzte Schneidekanten

Porositätserscheinungen:

A: Glatte Füllungsoberfläche, die Sonde findet keine Retention

B: Bei Sondenprobe ertastbare Luftblasen, Retention bei Sonden-
druck

V. KRITISCHE BETRACHTUNGEN

Die für die praktische Anwendung wichtigen Grundforderungen an das vollsynthetische Kunststoffmaterial in Bezug auf:

1. Verhalten gegenüber der Pulpa
2. Randschlußverhalten
3. Farbbeständigkeit

konnten in allen Punkten noch nicht vollständig erfüllt werden. Drei Jahre Entwicklung haben bewiesen, daß man den Idealforderungen zwar näher gekommen ist, daß aber gewissen erreichten Vorteilen auf der einen Seite, mannigfache Nachteile auf der anderen Seite gegenüberstehen. Bisherige Untersuchungen experimenteller und klinischer Art ließen die Eignung des neuen Frontzahnfüllungsmaterials anfangs als günstig erscheinen. Aber mit zunehmender Versuchsdauer und Beobachtungszeit in der praktischen Anwendung wurden Nachteile angemeldet. Die Silikatzemente zeigten in der Dauererprobung immer noch bessere Eigenschaften. Dies führte zu einer Abänderung der Zusammensetzung von seiten des Herstellers. Inwieweit die Verbesserungen dem neuen Material P-Cadurit zugute kommen, soll anhand bisheriger und eigener Untersuchungen verglichen werden.

Pulpenverträglichkeit

Die bisher durchgeführten Untersuchungen histologischer Art von Gülzow (3), Langeland (6) und Bünger (1), die sich auf eine größere Anzahl von gesunden Zähnen stützen, können von Gülzow und Bünger als positiv, die von Langeland als negativ angesehen werden. Letzterer stützt sich auf die Ergebnisse von 43 Zähnen, während die beiden Erstgenannten 40 histologisch ausgewertet haben. Zweifellos sind Langelands Untersuchungen genauer und ausführlicher aufgrund der Ausschaltung aller Begleiterscheinungen wie: Kavitätentrocknung, Initialwärme und Präparationschädigung. Der Hinweis aber, daß auch Zementunterfüllungen pathologische Erscheinungen hervorzurufen imstande sind, läßt zu dem Schluß kommen, daß eine additive Wirkung der genannten Faktoren zur ordnungsgemäßen Füllung einer Kavität nie ganz ausgeschaltet werden, und somit dem Cadurit allein die toxische Schädigung der Pulpa nicht zugesprochen werden kann. Lediglich der direkte Kontakt mit dem Pulpengewebe muß zu Nekrosen führen, die aber auch bei jedem anderen Füllungsmaterial zu erwarten sind.

Der Übergang des akuten Reizstadiums in ein latentes chronisches Reaktions-

stadium ist auch bei anderen ausgedehnten Präparationen am Zahn zu beobachten. Das Aufzementieren einer Krone auf einen Kronenstumpf, der selbstverständlich vorher mit Zinkoxyd-Nelkenöl versorgt war, ist Stunden danach noch von Schmerzen gefolgt, die mit der Aushärtung des Phosphatzementes abklingen. Inwieweit histologische Veränderungen hierbei mit denen des Cadurit zu vergleichen wären, müßte ausgedehnten Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Klinisch blieben sämtliche Füllungen symptomlos, daraus kann aber nicht geschlossen werden, ob nicht dennoch eine chronische Pulpitis vorliegt.

Randschlußverhalten

Da nach Kreudenstein und Stüben (5) unter Randschlußmangel nicht nur die klinisch feststellbare Spaltbildung zu verstehen ist, sondern auch die dunkle Verfärbung am Rande der Kavität, ist das Verhalten der Cadurit-Füllungen als negativ zu bewerten. Aufgrund der Härtemessungen nach Vickers von Dieterle (2) ist nachgewiesen, daß Cadurit im Vergleich zu allen anderen Werkstoffen die geringsten Härtegrade aufwies. Die ungenügende Härte hatte auf das Randschlußverhalten einen nicht geringen Einfluß. Die gleichmäßige Verringerung des gesamten Niveaus der Füllungsoberfläche führte zur Stufenbildung innerhalb eines Jahres. Braune Verfärbungen am Kavitätenrand zeigten dies mit aller Deutlichkeit. Jedoch ließ sich feststellen, daß die von Mogg (7) und Dieterle (2) nachgewiesene Randdichtigkeit, die auf einer Volumenzunahme durch Hydratation beruht, noch unter der braunen Randzone festzustellen war. Somit war der Randschlußmangel nicht auf eine Schrumpfung zurückzuführen, sondern resultierte allein aus einer unzureichenden Materialfestigkeit. Dies scheint, soweit sich nach einjähriger Untersuchung feststellen läßt, beim P-Cadurit ausgeschaltet zu sein. Randverfärbungen und Stufenbildungen traten im Beobachtungszeitraum von einem Jahr in keinem Fall mehr auf. Auch bei großflächigen und voluminösen Füllungen, die einem größeren Schrumpfungszug unterliegen, war das nicht zu beobachten.

Der Zusatz von Glasfasereinlagen hat dem Material zweifellos eine größere Härte und Kantenfestigkeit verliehen und den Indikationsbereich auf Kanten- und Eckenaufbauten erweitert. Mikroskopisch ist ein Gitternetz von Glasfasern zu erkennen, ja sogar eine Lupenbetrachtung mit 25facher Vergrößerung zeigt an der Bruchstelle einer ausgehärteten P-Cadurit-Probe unzählige Nadeln, die aus dem Material hervorragen. Sie sind fest in der ausgehärteten Paste verankert, gehen aber offenbar keine chemische Verbindung mit ihr ein (Abbildungen 6, 7, 8, 9).

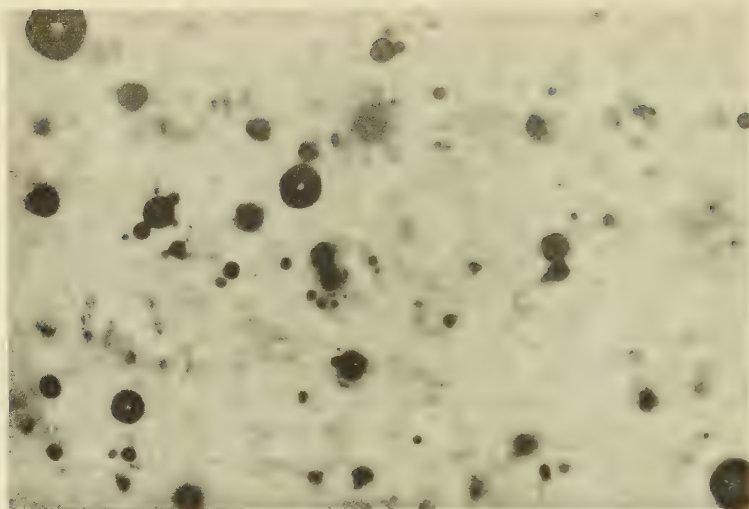


Abbildung 6: CADURIT

Mikroskopische Struktur der unvernetzten Paste. Die Luftblaseneinschlüsse sind als kreisrunde schwarze Punkte, teils mit aufgehelltem Innhof erkennbar. Die hellen, teils übereinanderliegenden Kugeln sind als Grundmasse- und Farbstoffpartikel zu deuten. Vergrößerung: 25-fach

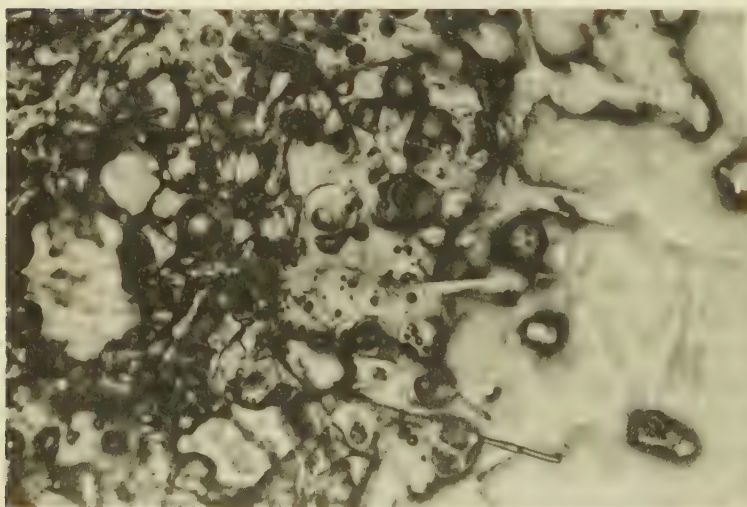


Abbildung 7: CADURIT

Mit Starter vernetzte Paste. Zahlreiche, unregelmäßige Hohlräume und Glasfasern als stabförmige Gebilde erkennbar. Vergrößerung: 25-fach

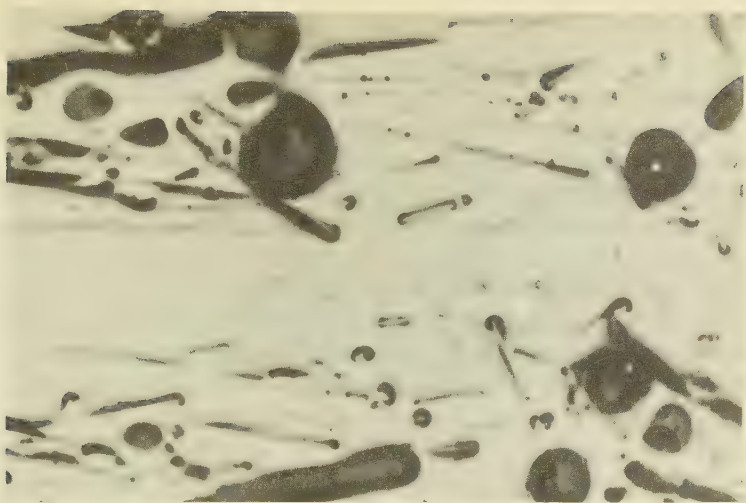


Abbildung 8: P-CADURIT

Wesentlich erhöhte Glasfaseranteile und größere Luftblasen zu erkennen. Vergrößerung 25-fach

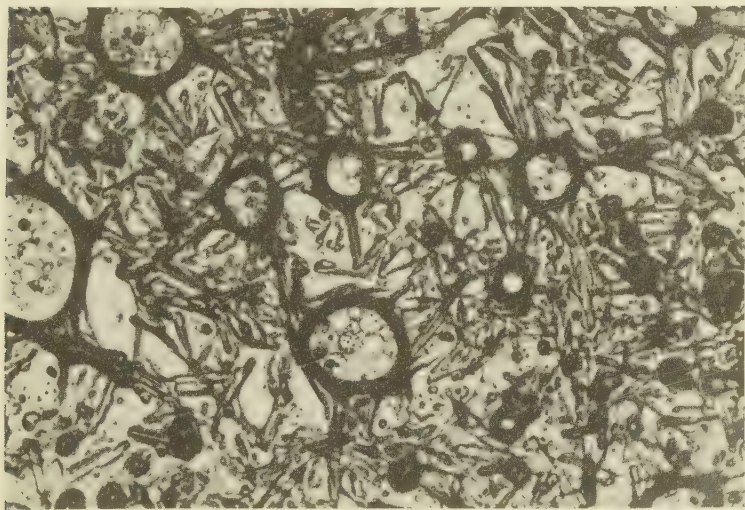


Abbildung 9: P-CADURIT

Mit Starter vernetzte Paste. Die Glasfasern haben sich zu einer innigen Verzahnung geordnet. In den größeren Luftblasen sind Grundmasse- und Farbstoffpartikel eingelagert. Vergrößerung 25-fach

Farbbeständigkeit

Aus den bisherigen Untersuchungen von Kreudenstein - Stüben (5) als auch von Dieterle (2) geht hervor, daß Cadurit nicht als Farbbeständig angesprochen werden kann. Auch beim P-Cadurit ist das nicht der Fall. Prüfkörper der Farben (10, 20, 30), die fast drei Jahre im Wasser gelegen hatten, waren auf einen braunen Farbton nahezu vereint. Die gleichen Beobachtungen sind auch beim P-Cadurit nach einjähriger Leigedauer im Munde erkennbar. Die Farbangleichung hat deutlich zugenommen, die auf eine Wasseraufnahme, als auch auf die Einwirkung von ultraviolettem Licht zurückzuführen ist. Die anfangs gute Transparenz ist einer milchig-bräunlichen Opazität gewichen und kann nicht mehr als zahngleich angesprochen werden. Es scheint, als ob der erhöhte Zusatz von Glasfasern und die damit verbesserte Brinellhärte auf Kosten der Farbbeständigkeit gegangen ist.

VI . ZUSAMMENFASSUNG

Die klinische Eignung des Frontzahnfüllungsmaterials Cadurit wurde im Zeitraum von 3 Jahren untersucht. 124 Füllungen Cadurit (1960) und 20 Füllungen P-Cadurit (1962), die an 53 Patienten gelegt worden waren, wurden nach jeweils 1-jähriger Liegezeit vergleichsweise auf Farbverhalten, Volumenveränderung, Abrasion und Porosität hin untersucht. Nach Entfernung der Füllungen sind mikroskopische und bakteriologische Untersuchungen vorgenommen worden.

Mehrmalige Änderungen der Grundmasse, Farbstoffzusätze und der Anmischtechnik erbrachten eine Verbesserung der Eigenschaften, konnten aber die bereits makroskopisch erkennbaren Luftblaseneinschlüsse nie ganz beseitigen. Das Material enthält im Anlieferungszustand bereits mikroskopisch erkennbare Hohlräume, die durch den Anmischvorgang Paste zu Paste vermehrt werden können. Die Anmischmethode Pulver zu Flüssigkeit ist daher günstiger zu bewerten. Eine Pulpenschädigung konnte klinisch in keinem Falle beobachtet werden. Anfangsreaktionen klangen nach 1- 2 Tagen ab. Randschlußmängel haben sich beim P-Cadurit nach einer Beobachtungszeit von über 1 Jahr nicht mehr gezeigt. Die Farbunbeständigkeit konnte dagegen nicht verbessert werden, in allen Fällen war eine Farbabweichung zu beobachten. Die Härte des Materials hat durch erhöhte Glasfaserzusätze zugenommen, so daß Eckenaufbauten möglich wurden.

Die Frage, ob Cadurit eine Verbesserung gegenüber bisherigen Frontzahnfüllmaterialien bedeutet, ist nicht eindeutig zu beantworten, da die Miller'schen Idealforderungen von keinem Material vollständig erfüllt werden können. Die Länge der Beobachtungszeit spielt hierbei eine entscheidende Rolle und nur ausgiebige in vivo Erprobungen können eine Aufklärung geben, ob experimentelle Untersuchungen mit klinischen Beobachtungen übereinstimmen.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. BÜNGER, L.: Klinische und histologische Untersuchungen von menschlichen Zähnen mit Cadurit-Füllungen
DZZ Jahrg. 17, Nr. 19, Seite 1344 (1962)
2. DIETERLE, H.: Physikalisch chemische Eigenschaften des Cadurits im Vergleich zu anderen Füllungswerkstoffen
DZZ Jahrg. 17, Nr. 19, Seite 1332 (1962)
3. GÜLZOW, H.J.: Cadurit, ein neues Füllungsmaterial für Frontzahnkavitäten
DDZ Jahrg. 16, Nr. 11, Seite 779 (1961)
4. KREUDENSTEIN, Th.: Kariestherapie mit schnellhärtendem Kunststoff
Carl Hanser Verlag, München, 1952
5. KREUDENSTEIN, TH.,
STÜBEN, J.: Ein neues Füllmaterial und seine Eigenschaften
Zahnärztliche Praxis, Jhrg. 13, Nr. 11, Seite 124 (1962)
6. LANGELAND, K.: Das Verhalten der Pulpa gegenüber Cadurit. Eine Beurteilung der histologischen Kriterien
DZZ Jahrg. 16, Nr. 24, Seite 1577 (1961)
7. MOGG, E.: Experimentelle und klinische Untersuchungen über ein neuartiges Füllungsmaterial für Frontzähne (Cadurit)
Med. Dissertation Tübingen 1960
8. MOSSDORF, H.: Erfahrungen mit einem neuen Material für Dauerfüllungen.
ZWR Nr. 60, Seite 669 (1959)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. Dr. KETTERL für die Überlassung des Themas und für mannigfache Hinweise herzlich danken.

Meiner verehrten Lehrerin Frau Prof. Dr. Dr. SCHUG-KÖSTERS danke ich für die Ratschläge bei dessen Bearbeitung. Ebenso bedanke ich mich bei der Firma Espe für die bereitwillige Überlassung des Füllmaterials und den Erfahrungsaustausch.

VIII. LEBENSLAUF

Am 24. August 1925 wurde ich als Sohn des Lehrers und Organisten Gerhardt Kauls und seiner Ehefrau Magdalene, geb. Troisch in Zscherndorf bei Bitterfeld geboren.

Mit sechs Jahren besuchte ich die Volksschule in Könnern(Saale) und in Halle (Saale), wo ich 1936 in das dortige Stadtgymnasium aufgenommen wurde. Im März 1945 legte ich an der Friedrich-Nietzsche-Oberschule in Halle die Reifeprüfung ab.

1946 - 1948 war ich Schüler der Kirchenmusikschule in Halle und trat im Juni 1948 die Lehre als Zahntechniker an, die ich mit der Lehrabschlußprüfung 1951 beendete. Von da ab war ich als Zahntechniker im Landambulatorium Wansleben (See) bis 1953 tätig. Mit dem Wintersemester 1953) begann ich an der Universität zu Leipzig das Studium der Zahnheilkunde, das ich 1956 unterbrach. Zwischenzeitlich war ich wieder als Zahntechniker an einer Betriebspoliklinik in Halle tätig. Nach Übersiedlung in die Bundesrepublik legte ich an der Universität München im April 1959 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Die klinische Ausbildung erhielt ich ebenfalls dort und beendete am 17. Januar 1962 mit dem Abschluß des zahnärztlichen Staatsexamens mein Studium.

Seit 1. Juni 1962 bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle zunächst an der konservierenden und dann an der chirurgischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München tätig.

